Deutscher Bundestag
8. Wahlperiode

Drucksache 8/311

22. 04. 77

Unterrichtung

durch die Bundesregierung

Bericht der Bundesregierung über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahre 1975"

Einleitung

Der Deutsche Bundestag hat am 14. März 1975 die Bundesregierung ersucht, jährlich einen Bericht über „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung" vorzulegen, der auch auf die künstliche Strahlenexposition aus kerntechnischen Anlagen, aus der Verwendung von radioaktiven Stoffen und ionisierenden Strahlen in Forschung und Technik, aus beruflicher Tätigkeit, aus medizinischer Anwendung und aus Strahlenunfällen und besonderen Vorkommnissen eingeht. Der erste aufgrund dieses Beschlusses des Deutschen Bundestages von der Bundesregierung erstattete Bericht über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahre 1974 ist am 5. Februar 1976 als Drucksache 7/4706 erschienen.

Die Ermittlung der gesamten Strahlenexposition der Bevölkerung erfolgt durch eine Vielzahl von Messungen, Erhebungen und Berechnungsverfahren. Hierbei ist es international üblich, bei Berechnungen vor allem auf die Empfehlungen der Internationalen Kommission für Strahlenschutz (ICRP) und des Wissenschaftlichen Komitees der Vereinten Nationen über die Wirkungen von Atomstrahlen (UNSCEAR) zurückzugreifen, damit die Ergebnisse auch international vergleichbar sind.

Im Vordergrund steht wegen der möglichen Schädigung der Erbsubstanz die Ermittlung der Strahlenexposition der Keimdrüsen, zumal diese auf ionisierende Strahlen besonders empfindlich reagieren. Das Maß der Wirkung dieser Strahlenexposition wird durch die genetisch signifikante Dosis *) angegeben. Zusätzlich ist es jedoch erforderlich, das somatische Risiko für die betroffene Bevölkerungsgruppe selbst abzuschätzen. Dieser Bericht enthält neben Angaben über Keimdrüsendosen daher auch Werte über die Exposition anderer Organe des Menschen. Eine Zusammenstellung der genetisch signifikanten Strahlenexposition aus den verschiedenen Strahlenquellen wird in *Tabelle 1* gegeben.

I. Natürliche Strahlenexposition

Der Mensch und seine Umwelt sind seit jeher einer natürlichen Strahlenexposition ausgesetzt. Man unterscheidet dabei zwischen der Strahlenexposition durch die kosmische und durch die terrestrische Komponente der natürlichen Strahlung sowie zwischen der Strahlenexposition von außen und der Strahlenexposition durch Aufnahme (Inkorporation) radioaktiver Stoffe in den Körper.

Die kosmische Komponente der Strahlenexposition ist von der geomagnetischen Breite und der Höhe über den Meeresspiegel abhängig und beträgt in der

*) Die genetisch signifikante Dosis ist die Summe der mit dem genetischen Bedeutungsfaktor multiplizierten Keimdrüsendosen für alle Angehörigen einer anzugebenden Personengruppe bei einer anzugebenden Bestrahlungsart, dividiert durch die Gesamtzahl der Bevölkerung oder speziellen Bevölkerungsgruppe, der die von der Bestrahlung betroffenen Personen zugehören.

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei, 5300 Bonn
Alleinvertrieb: Verlag Dr. Hans Heger, Postfach 821, Goethestraße 56, 5300 Bonn-Bad Godesberg 1, Telefon (0 22 21) 36 35 51

Bundesrepublik Deutschland in Meereshöhe etwa 30 Millirem/Jahr *). Bei dauerndem Aufenthalt in 1 000 m Höhe über dem Meeresspiegel ist die äußere Strahlenexposition um etwa 10 Millirem/Jahr größer. In der hohen Atmosphäre erzeugt die kosmische Strahlung auch Radionuklide wie Tritium und Kohlenstoff-14. Ihr Anteil an der natürlichen Strahlenexposition von außen kann aber vernachlässigt werden.

Die terrestrische Komponente der natürlichen Strahlenexposition von außen ist auf den Gehalt der Umwelt an Kalium-40, Radium, Thorium und Uran sowie an den aus diesen Radionukliden durch radioaktiven Zerfall entstehenden Folgeprodukten zurückzuführen. Sie schwankt im Freien je nach geologischem Untergrund und Bodenbeschaffenheit, in Gebäuden je nach dem Gehalt natürlich radioaktiver Stoffe in den verwendeten Baumaterialien. Die Schwankungsbreite der Ortsdosisleistung dieser Komponente der natürlichen Strahlenexposition wurde in den letzten Jahren im Rahmen eines vom Bundesminister des Innern geförderten Forschungsvorhabens genauer untersucht.

Tabelle 2 enthält die unter Verwendung des von Bennett (1970) angegebenen Umrechnungsfaktors berechneten Werte der Keimdrüsendosis durch terrestrische Strahlenexposition von außen in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland. Die Keimdrüsendosis beträgt im Bundesgebiet im Freien im Mittel 43 Millirem/Jahr (Maximalwert 291 Millirem/Jahr, Minimalwert 4 Millirem/Jahr), in Wohnungen 57 Millirem/Jahr (Maximalwert 243 Millirem/Jahr, Minimalwert 11 Millirem/Jahr). In einzelnen Räumen von Wohnungen wurden sogar 400 Millirem/Jahr ermittelt. Der Mittelwert der genannten Werte entspricht der genetisch signifikanten Dosis (GSD).

Die Strahlenexposition durch inkorporierte natürliche radioaktive Stoffe beträgt im Mittel etwa 30 Millirem/Jahr. Sie ist zu rund 70 v. H. auf den Gehalt des menschlichen Körpers an Kalium, und zwar auf dessen Isotop Kalium-40, zurückzuführen. Kalium wird vor allem in Weichteilen, insbesondere im Muskelgewebe, gespeichert.

II. Künstliche Strahlenexposition

1 Kerntechnische Anlagen

1.1 Allgemeines

Eine restriktive Anwendung der Strahlenschutzvorschriften und entsprechende technische Maßnahmen in den kerntechnischen Anlagen haben sichergestellt, daß die in Abluft und Abwasser von kerntechnischen Anlagen in kleinen Mengen enthaltenen radioaktiven Stoffe die Strahlenexposition der Bevölkerung nur ganz geringfügig erhöhen. Die tatsächlichen Abgaben werden durch ständige Messung in Abluft und Abwasser ermittelt. Zusätzlich werden zur Beweissicherung, zur Kontrolle von Umweltmedien auf relevanten Belastungspfaden und im Hinblick auf die Möglichkeit störfallbedingter Freisetzungen vorsorgliche Überwachungsmaßnahmen in der Umgebung der kerntechnischen Anlagen durchgeführt.

Eine Übersicht über die 1975 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland gibt *Tabelle 3*. Als Emittenten sind weiterhin die Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich von Bedeutung. Daneben sind in diesem Bericht auch erstmals die kernbrennstoffverarbeitenden Betriebe der NUKEM GmbH in Hanau, der Reaktor-Brennelement Union GmbH in Hanau und in Karlstein sowie der ALKEM GmbH in Hanau aufgenommen worden.

1.2 Abgabedaten und berechnete Strahlenexpositionswerte bei kerntechnischen Anlagen im Jahre 1975

Auf der Basis von Erhebungen und Untersuchungen durch das Bundesgesundheitsamt bei den kerntechnischen Anlagen und von Angaben in den Jahresberichten der Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich wurde für das Berichtsjahr die Gesamtabgabe radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser der einzelnen Anlagen sowie ihre Nuklidzusammensetzung erfaßt. Eine Übersicht über die so ermittelten Jahresabgaben im Jahre 1975 geben die *Tabellen 4, 5 und 6*. Die Auflistung der Jahresabgaben der radioaktiven Stoffe dient vor allem Vergleichszwecken. Entscheidend für den Strahlenschutz sind die daraus ermittelten Werte der Strahlenexposition des Menschen. Die Jahresabgaben der Forschungsreaktoren der Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich sind in *Tabelle 5* mit enthalten. Die Jahresabgaben aller anderen Forschungsreaktoren sind geringfügig.

Die Berechnung der Strahlenexposition durch die betriebliche Abgabe radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser aus diesen Anlagen im Jahre 1975 wurde auf der Basis der erhobenen Abgabedaten und unter Berücksichtigung der Standortverhältnisse durchgeführt. Diesen Berechnungen wurden konservative Annahmen bei den einzelnen Belastungswegen zugrundegelegt. Im Vergleich zu den Berechnungen für das Jahr 1974 sind 1975 einige neuere Untersuchungsergebnisse berücksichtigt und verbesserte Eingabedaten und Rechenmodelle eingesetzt worden. In den *Tabellen 7 bis 10* sind die so berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition von Einzelpersonen und Mittelwerte der Strahlenexposition der Bevölkerung in der unmittelbaren Umgebung der kerntechnischen Anlagen unter Berücksichtigung der relevanten Belastungswege angegeben. Neu aufgenommen wurden Angaben über die Strahlenexposition durch die Ingestion von Kohlenstoff-14 in Nahrungsmitteln. Weiterhin wird für 1975 auch die

*) 1 Millirem = 0,001 Rem = 0,00001 Joule/kg. Das Joule/kg ist die gesetzliche Einheit der Äquivalentdosis. Daneben werden jedoch noch überwiegend die Einheiten Rem (Kurzzeichen: rem) und Millirem (Kurzzeichen: mrem) verwendet.

Gemäß Beschluß des Deutschen Bundestages vom 14. März 1975 zugeleitet mit Schreiben des Bundesministers des Innern — RS II 2 — 515 883/6 — vom 12. April 1977.

Strahlenexposition durch Alphastrahlen bei den kernbrennstoffverarbeitenden Betrieben angegeben. In Abluft und Abwasser von Kernkraftwerken konnten dagegen selbst mit besonders empfindlichen Meßverfahren nur geringe Spuren von Alphastrahlern nachgewiesen werden.

1.3 Ergebnis

Bei den Jahresabgaben radioaktiver Stoffe in Abluft und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen haben sich 1975 keine wesentlichen Abweichungen von den Werten der vorhergehenden Jahre ergeben. Wie 1974 waren die höchsten Abgabewerte beim Kernforschungszentrum Karlsruhe durch die betrieblichen Ableitungen radioaktiver Stoffe in der Abluft der Wiederaufarbeitungsanlage und beim Forschungsreaktor FR 2 zu verzeichnen. Demgegenüber sind die Ableitungen aller anderen Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik geringfügig. Bei den Kernkraftwerken verursachte 1975 das Kernkraftwerk Lingen die höchsten Abgaben an radioaktiven Edelgasen und an Radiojod.

Die für die einzelnen Belastungswege durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit Abluft und Abwasser der kerntechnischen Anlagen berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition von Einzelpersonen haben auch die in der neuen Strahlenschutzverordnung vom 13. Oktober 1976 (BGBl. I S. 2905) angegebenen Dosisgrenzwerte nicht überschritten. Die berechneten Höchstwerte der Ganzkörperdosis in der unmittelbaren Umgebung der kerntechnischen Anlagen sind wesentlich kleiner als die Schwankungen der natürlichen Strahlenexposition im Freien und in Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland. Die unter Verwendung neuer konservativer meteorologischer und ökologischer Parameter berechneten Werte der maximalen Strahlenexposition der Schilddrüse eines Kleinkindes durch Radiojod über die Ernährungskette stellen Höchstwerte dar, die nur bei einem Zusammentreffen mehrerer sehr unwahrscheinlicher Umstände tatsächlich erreicht werden könnten. So liegt der Berechnung die Annahme zugrunde, daß ein Kleinkind täglich 0,8 Liter Milch einer Kuh trinkt, die sechs Monate ununterbrochen an der ungünstigsten Einwirkungsstelle weidet. Die Ergebnisse gezielter Messungen des Gehalts von Radiojod in Milch beim Kernforschungszentrum Karlsruhe und beim Kernkraftwerk Gundremmingen haben jedoch gezeigt, daß die in den *Tabellen 7 und 9* angegebenen errechneten Werte der maximalen Schilddrüsendosis von Kleinkindern deutlich unterschritten wurden. Es ist zu erwarten, daß die Anwendung der hier erprobten Meßverfahren in der Routineüberwachung der kerntechnischen Anlagen in Zukunft in derartigen Fällen eine realistischere Angabe der maximalen Expositionswerte gestattet.

Im Jahre 1976 durchgeführte Messungen der Emission von Kohlenstoff-14 aus kerntechnischen Anlagen haben die nach kernphysikalischen Rechnungen zu erwartende Bildung und Abgabe von Kohlenstoff-14 bei den verschiedenen kerntechnischen Anlagen bestätigt. In diesem Bericht sind erstmals Schätzwerte der Abgabe von Kohlenstoff-14 aus den Kernkraftwerken und der Wiederaufarbeitungsanlage in Karlsruhe für das Jahr 1975 und daraus berechnete Höchstwerte der Strahlenexposition von Einzelpersonen aufgenommen worden. Diesen berechneten Werten entspricht eine Erhöhung des natürlichen Kohlenstoff-14-Gehaltes der Biosphäre und der näheren Umgebung der Kernkraftwerke von einigen Prozent. Es ist zu erwarten, daß die 1976 eingeleiteten Meßprogramme eine genauere Angabe der maximalen und mittleren Expositionswerte durch Kohlenstoff-14 gestatten werden.

Die Tabellen der berechneten maximalen Strahlenexposition weisen als Höchstwerte an den ungünstigsten Einwirkungsstellen eine Ganzkörperdosis von 11 Millirem/Jahr durch Gammasubmersion und eine Schilddrüsendosis von 80 Millirem/Jahr durch Jodingestion auf. Die tatsächliche Strahlenexposition von Einzelpersonen dürfte auch an den ungünstigsten Einwirkungsstellen zumeist im Bereich von Bruchteilen eines Millirem/Jahr bis zu einigen Millirem/Jahr gelegen haben, da sich an den ungünstigsten Einwirkungsstellen im allgemeinen Einzelpersonen nicht dauernd aufhalten. Die Summierung aller Beiträge zur Strahlenexposition der Bevölkerung führte auch 1975 zu weniger als 1 Millirem/Jahr mittlerer genetischer Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland.

2 Verwendung von radioaktiven Stoffen und ionisierenden Strahlen in Forschung, Technik und Haushalt

2.1 Technische Strahlenquellen

In der Technik werden radioaktive Stoffe in Form von umschlossenen radioaktiven Strahlern und Röntgenstrahlen in großem Umfang zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung verwandt. Daneben werden umschlossene radioaktive Strahler in den unterschiedlichsten Stärken für meßtechnische Zwecke sowie in Bestrahlungseinrichtungen eingesetzt. In der Meßtechnik dienen radioaktive Kleinstrahler zum Beispiel zur Füllstands- und Dichtmessung. Intensive Strahlenquellen mit Aktivitäten bis zu mehreren 100 000 Curie werden in Gammabestrahlungsanlagen zum Beispiel für die Sterilisation von medizinischen Bedarfsartikeln und zur Klärschlammhygienisierung verwendet.

Der Beitrag dieser Strahlenquellen zur Strahlenexposition der Bevölkerung wird auf 0,2 Millirem/Jahr geschätzt.

2.2 Industrieprodukte

In zahlreichen Gebrauchsgegenständen und technischen Geräten, die in Forschung und Technik bzw. im häuslichen Bereich Verwendung finden, sind radioaktive Stoffe enthalten. *Tabelle 11* gibt einen Überblick über die Vielfalt dieser Erzeugnisse. Die radioaktiven Zusätze erfüllen in diesen Produkten sehr verschiedene Aufgaben; so findet z. B. Tritium häufig Verwendung zur Anregung von Leuchtstoffen oder als gasförmiger Zusatz in Tritiumgaslichtquellen. In Gaslichtquellen ist Tritium in Glasröhrchen eingeschmolzen. Bei sachgerechtem Gebrauch dieser

Geräte ist auch ein Inkorporationsrisiko praktisch ausgeschlossen. Bei diesen Industrieprodukten muß man zwischen Gebrauchsgegenständen, die ohne besondere Formalitäten von jedermann erworben und verwendet werden dürfen, und den bauartzugelassenen Erzeugnissen unterscheiden, die nach einem vorgeschriebenen Verfahren und bestimmten Auflagen erworben und verwendet werden dürfen. Durch bestimmte Auflagen bei der Herstellung dieser Produkte hat der Gesetzgeber dafür Sorge getragen, daß eine Strahlenexposition der Bevölkerung oder des einzelnen beim Umgang mit diesen Produkten weit unter 1 Millirem/Jahr liegt.

2.3 Störstrahler

Störstrahler sind Anlagen, Geräte oder Vorrichtungen, in denen Röntgenstrahlen erzeugt werden, ohne daß sie zu diesem Zweck betrieben werden. Zu den genehmigunspflichtigen Störstrahlern gehören Elektronenmikroskope, Mikrowellenklystrons, Tyratrons, Hochspannungsgleichrichter und spezielle Fernseheinrichtungen.

Auch normale Fernsehgeräte sind nach den Bestimmungen der Röntgenverordnung Störstrahler. Allerdings wird bei den meisten Geräten die nach der Röntgenverordnung höchstzulässige Ortsdosisleistung von 0,5 Millirem/Stunde in 5 cm Abstand von der Oberfläche in der Praxis beträchtlich unterschritten. Eine Abschätzung der mittleren Strahlenexposition der Bevölkerung durch Fernsehgeräte ergibt daher weniger als 0,7 Millirem/Jahr.

3 Berufliche Tätigkeit

Die beruflich strahlenexponierten Personen (im Jahr 1975 111 225, davon 68 398 in der Medizin) gelten als spezielle Bevölkerungsgruppe, für die durch besondere Strahlenschutzvorschriften höhere Expositionswerte zugelassen sind als für die übrige Bevölkerung.

Personendosismessungen haben ergeben, daß der höchstzugelassene Wert von 5 Rem/Jahr von weniger als 3 Promille der überwachten Personen erreicht bzw. überschritten wird. Im Mittel liegt die jährliche Strahlenexposition dieser Gruppe bei etwa 100 Millirem. Die Auswirkungen der Strahlenexposition dieser Gruppe auf die genetisch signifikante Strahlenexposition der Bevölkerung ist jedoch gering, da die Zahl der Personen im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung klein ist und der höchstzugelassene Expositionswert für die meisten Mitglieder dieser Gruppe wegen der Wirksamkeit der Strahlenschutzmaßnahmen nicht in Anspruch genommen wird. Auch die Auswertung der Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung hat ergeben, daß nur vereinzelt Überschreitungen der maximal zulässigen Grenzwerte eingetreten sind.

Der Beitrag der Strahlenexposition beruflich strahlenexponierter Personen zur Strahlenexposition der Gesamtbevölkerung beträgt weniger als 0,2 Millirem/Jahr.

4 Medizinische Anwendung

Die gemäß der Ersten Strahlenschutzverordnung und der Röntgenverordnung durchgeführten Strahlenschutzkurse zum Erwerb der erforderlichen Fachkunde für alle mit radioaktiven Stoffen oder Röntgenstrahlen Umgehenden haben die Voraussetzung dafür geschaffen, daß die Strahlenexposition des einzelnen und der Gesamtbevölkerung durch die medizinische Anwendung von radioaktiven Stoffen und Röntgenstrahlen so gering wie möglich gehalten werden kann. Wegen der Gefährdung der Umwelt wird außerdem bei der Anwendung radioaktiver Stoffe gefordert, daß die für den Strahlenschutz Verantwortlichen über ausreichende Erfahrung beim Umgang mit radioaktiven Stoffen verfügen.

Der Hauptanteil sowohl der genetisch als auch der somatisch signifikanten Strahlenexposition stammt nach wie vor aus der Röntgendiagnostik. Dabei fällt auf, daß die Strahlenexposition des Patienten für die einzelnen Untersuchungen erheblichen Schwankungen unterliegt. Es ist deshalb erforderlich, weiterhin dosisbeschränkende Maßnahmen zu finden, um festgestellte extrem hohe Dosen vermeiden zu können. Für das Berichtsjahr konnte ermittelt werwerden, daß bei 1000 Einwohnern etwa 1000 Röntgenuntersuchungen durchgeführt wurden. Die genetisch signifikante Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Röntgendiagnostik wird weiterhin auf ca. 50 Millirem/Jahr geschätzt. Eine wissenschaftliche Untersuchung zur möglichst genauen Bestimmung dieses Wertes wurde im Berichtsjahr weitergeführt.

In *Tabelle 12* ist die prozentuale Verteilung einzelner Untersuchungsarten in der Röntgendiagnostik dargestellt und der jeweilige Anteil an der genetisch signifikanten Dosis abgeschätzt. Wesentlich ist die Tatsache, daß die für die Keimdrüsen dosisintensiven Untersuchungen im Abdominalbereich zu einem hohen Prozentsatz von Ärzten verschiedener Fachdisziplinen, wie z. B. Urologen, Orthopäden oder Internisten, vorgenommen werden.

In der Nuklearmedizin werden jetzt jährlich 30 Untersuchungen pro 1000 Personen der Bevölkerung durchgeführt. Die hohe jährliche Zuwachsrate nuklearmedizinischer Untersuchungen (ca. 20 Prozent) bedingt einen Anstieg der genetisch signifikanten Strahlendosis trotz der zunehmenden Verwendung kurzlebiger Radionuklide wie Technetium-99m. In *Tabelle 13* sind die Applikationen der einzelnen Radionuklide in der Nuklearmedizin für 1975 in Berlin sowie der prozentuale Anteil an der genetisch signifikanten Dosis dargestellt. Radionuklide mit relativ hoher Strahlenexposition, wie z. B. Strontium-85, sollten möglichst nicht mehr verwendet werden.

Die Weiterentwicklung leistungsfähiger langlebiger chemischer Batterien für Herzschrittmacher hat dazu geführt, daß die Verwendung von Radionuklidbatterien (Plutonium-238, Promethium-147) derzeit stark rückläufig ist. Im Jahr 1975 wurden nur noch 40 Herzschrittmacher mit Radionuklidbatterien neu implantiert. Wenngleich die Anwendung radioaktiver Stoffe in Herzschrittmacherbatterien im Hinblick

auf die Strahlenexposition der Bevölkerung durch das Tragen von derartigen Herzschrittmachern vernachlässigt werden kann, so ist die sich abzeichnende Entwicklung zu verbesserten chemischen Batterien hin zu begrüßen, da jede unnötige Strahlenexposition von Personen vermieden werden soll.

5 Strahlenunfälle und besondere Vorkommnisse

Im Jahr 1975 kam es in zwei Krankenanstalten und zwei Industriebetrieben zu Zwischenfällen beim Umgang mit Radium-226-Präparaten bzw. mit Röntgenstrahlen. Bleibende gesundheitliche Schäden sind bei den betroffenen Personen nicht zu erwarten.

In einem Kernkraftwerk ereignete sich ein Zwischenfall mit Todesfolge bei zwei Beschäftigten. Die Todesursache war jedoch nicht durch eine Strahlenüberexposition, sondern durch eine Heißdampfverbrühung bei Reparaturarbeiten bedingt.

In einem Weiher im Zentrum einer Großstadt wurde ein verschlossenes Gefäß mit ca. 20 Millicurie Strontium-90 gefunden. Die zuständige Landesbehörde leitete umgehend Nachforschungs- und Sicherheitsmaßnahmen ein. Schäden an Personen sind durch diesen Zwischenfall nicht eingetreten.

In einer Krankenanstalt ging ein Herzschrittmacher mit einer Radionuklidbatterie verloren. Die umgehend eingeleiteten Maßnahmen sollten sicherstellen, daß eine Gefährdung der Bevölkerung durch Freisetzung des radioaktiven Stoffes nicht zu befürchten ist.

Strahlenunfälle, die Schäden am Menschen zur Folge haben, sind in der Bundesrepublik Deutschland wegen der strengen Regelungen im Atomgesetz und den Strahlenschutzverordnungen außerordentlich selten.

6 Kernwaffenversuche

Ein Kernwaffenversuch in der Atmosphäre wurde 1975 lediglich von der Volksrepublik China durchgeführt. Am 26. Oktober 1975 explodierte auf dem Versuchsgelände Lop-nor ein Sprengsatz von weniger als 20 Kilotonnen. Die USA führten 14, die UdSSR sieben und Frankreich zwei unterirdische Kernwaffenversuche durch.

Frische Spaltprodukte konnten in der Bundesrepublik weder in der bodennahen Luft noch im Niederschlag gemessen werden. Auch in Lebensmitteln wurden keine kurzlebigen Radionuklide festgestellt. Kurzlebige Radionuklide aus dem Fall-out erhöhten daher die Gesamtstrahlenexposition der Bevölkerung nicht. Sie wird vielmehr immer noch durch Radionuklide mit längerer effektiver Halbwertzeit wie Strontium-90 und Cäsium-137 aus früheren Kernwaffenversuchen bestimmt. Die Zufuhr dieser langlebigen Radionuklide mit der Nahrung hat seit Inkrafttreten des Vertrages über die Einstellung von Kernwaffenversuchen in der Atmosphäre, im Weltraum und unter Wasser (1963) ihren niedrigsten Stand erreicht.

Die Strahlenexposition der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland durch die auf den Boden aufgebrachte Radioaktivität beträgt unter der Annahme ständigen Aufenthaltes im Freien weniger als 8 Millirem/Jahr. Die tatsächliche Strahlenexposition unter Berücksichtigung aller in Frage kommenden Faktoren wie Abschirmung, Abwanderung in den Boden beträgt weniger als 0,8 Millirem/Jahr.

III. Zusammenfassende Beurteilung

Die Werte der Strahlenexposition der Bevölkerung durch Umweltradioaktivität haben sich im Vergleich zum Vorjahr im wesentlichen nicht geändert. Eine Zusammenstellung der Anteile der einzelnen Strahlenquellen an der Gesamtexposition, ausgedrückt als genetisch signifikante Dosis, ist in *Tabelle 1* wiedergegeben.

Der Hauptanteil an der Gesamtexposition stammt nach wie vor aus natürlichen Strahlenquellen. In den letzten Jahren durchgeführte Erhebungen haben ergeben, daß im Bereich der Bundesrepublik Deutschland erhebliche Unterschiede der Höhe der Strahlenexposition durch terrestrische Strahlung bestehen *(Tabelle 2)*. Es gibt jedoch keine Anzeichen dafür, daß die unterschiedliche Exposition der Bevölkerung in den einzelnen Landesteilen zu Wirkungen geführt hat, die epidemiologisch erfaßbar sind.

Bei den künstlichen Strahlenquellen stammt der Hauptanteil der Strahlenexposition aus der medizinischen Anwendung. Dabei entfällt auf die Röntgendiagnostik auch 1975 der überwiegende Prozentsatz. Die Ermittlung der Expositionswerte bei den einzelnen Untersuchungsarten zeigt, daß der wesentliche Teil der genetisch wirksamen Strahlenexposition hierbei aus Untersuchungen des Bauchraumes und des Beckens stammt. Die hierbei registrierten Einzelwerte schwanken je nach apparativer Ausrüstung, Untersuchungstechnik und Erfahrung des Untersuchers um Größenordnungen. Das in der Röntgenverordnung angestrebte Ziel, unnötige Untersuchungen, insbesondere Mehrfachuntersuchungen, zu vermeiden, ist durch die in der Zwischenzeit abgehaltenen Kurse im Strahlenschutz allgemein bekanntgeworden. Bei der Umsetzung in die Praxis bestehen im einzelnen jedoch noch verwaltungstechnische Probleme.

Die Strahlenexposition durch Anwendung radioaktiver Stoffe zur Untersuchung am Menschen hat deutlich zugenommen. Dies ist vor allem durch die hohe jährliche Zuwachsrate im Bereich der Nuklearmedizin bedingt. Hier werden zwar die kurzlebigen Radionuklide zunehmend bevorzugt, jedoch finden nach wie vor auch langlebigere Substanzen mit relativ hoher Strahlenexposition Verwendung.

Die berechneten Höchstwerte der Strahlenexposition in der unmittelbaren Umgebung kerntechnischer Anlagen sind wesentlich kleiner als die Schwankung der natürlichen Umgebungsstrahlung. Die Summierung aller Beiträge der kerntechnischen Anlagen zur Strahlenexposition der Bevölkerung ergibt eine deutlich unter 1 Millirem/Jahr liegende mittlere Bevölkerungsdosis.

Die Anwendung von Röntgenstrahlen und radioaktiven Stoffen zu technischen Zwecken und in der Forschung ist durch die Erste Strahlenschutzverordnung und durch die Röntgenverordnung auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt. Bisher war es jedoch nicht möglich, alle Daten zu erfassen, die für die Beurteilung der Strahlenexposition durch die Verwendung radioaktiver Stoffe erforderlich sind. Aufgrund der Inkorporationsüberwachung konnten bei bestimmten Umgangsformen, z. B. in der Leuchtfarbenindustrie und in der Nuklearmedizin, die höchsten Werte der Inkorporation radioaktiver Stoffe festgestellt werden. Es sind aber nur vereinzelt Überschreitungen der zugelassenen Grenzwerte beobachtet worden.

Als Folge der Kernwaffenversuche der letzten 20 Jahre lassen sich noch immer langlebige Radionuklide in der Umwelt nachweisen. Kurzlebige Radionuklide von neueren Kernwaffenversuchen konnten im Jahr 1975 nicht gemessen werden. Auch die regelmäßige Überwachung der Nahrungsmittel hat ergeben, daß sowohl die in der Bundesrepublik Deutschland erzeugten als auch die eingeführten Lebensmittel keine Mengen radioaktiver Stoffe enthielten, die für die Strahlenexposition der Bevölkerung von Bedeutung waren.

IV. Maßnahmen

Um die Strahlenexposition des einzelnen und der Allgemeinheit durch Strahlung von außen und durch Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper abschätzen zu können, müssen alle Strahlen- und Emissionsquellen lückenlos erfaßt und die entsprechenden Abgabedaten ausgewertet werden. Wegen der in den letzten Jahren stark zunehmenden Zahl der Anwender in Medizin, Forschung und Industrie muß die Überwachung und Erfassung verbessert werden. Bei den wichtigsten Emittenten sind die für die Strahlenexposition relevanten Radionuklide und deren Beitrag zur Strahlenexposition zu ermitteln.

Die Erstellung eines zentralen Katasters für die Bundesrepublik Deutschland über die abgegebenen Aktivitäten der für die Strahlenexposition relevanten Radionuklide der wesentlichsten Emittenten wird weiterhin als dringliche Aufgabe angesehen. Die Kenntnis dieser Daten wird benötigt, um die in der Strahlenschutzverordnung vom 13. Oktober 1976 geforderten Schutzmaßnahmen durchzuführen und eine weitere Beschränkung der Emissionen zu erreichen. Diese neue Strahlenschutzverordnung wird auch eine Verbesserung der Überwachungsverfahren für beruflich strahlenexponierte Personen zur Folge haben. Zumindest für den Personenkreis mit wechselnden Arbeitsorten ist eine zentrale Erfassung und Sammlung der während der gesamten beruflichen Tätigkeit anfallenden Daten unabhängig vom jeweiligen Arbeitsplatz zweckmäßig.

Bei Exposition oberhalb der zugelassenen Dosiswerte, insbesondere in unfallbedingten Situationen, ist die schnelle und möglichst exakte Ermittlung der Körperdosis aus den Angaben der physikalischen Strahlenschutzkontrolle wichtige Voraussetzung für Art und Umfang der notwendigen fachkundigen ärztlichen Betreuung der betroffenen Personen. Die bisher benutzten Verfahren der Messung und Berechnung müssen weiterentwickelt und verbessert werden.

Die im Jahre 1974 erneut aufgenommenen umfangreichen Untersuchungen über die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Anwendung ionisierender Strahlen in der Medizin, insbesondere durch die Röntgendiagnostik, lassen erkennen, daß große Unterschiede in der Höhe der Strahlenexposition der Patienten zu beobachten sind. Da die Anwendung von Strahlen in der Röntgendiagnostik nach wie vor den Hauptanteil der zivilisatorisch bedingten Strahlenexposition verursacht, ist es dringend erforderlich, die Aus- und Weiterbildung der Anwender zu fördern. Es wird deshalb für notwendig erachtet, auch nach Beendigung des Studiums die Ausbildung im Strahlenschutz fortzusetzen und den Grundsatz zu verwirklichen, daß nur derjenige Strahlen und radioaktive Stoffe anwendet, der mit den Strahlenschutzgrundsätzen vertraut ist. Die nach der Röntgenverordnung durchgeführten Untersuchungen haben weiterhin die Notwendigkeit gezeigt, im Zuge der geforderten technischen Überprüfung Methoden zu entwickeln, die eine wirksame Kontrolle der Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit der Geräte ermöglichen.

Bei Stör- und sonstigen Zwischenfällen, die insbesondere mit einer zusätzlichen Exposition der Beschäftigten verbunden sind, muß die Berichterstattung umgehend und nach einheitlichen Gesichtspunkten erfolgen. Mit der Erstellung einer entsprechenden Störfalldokumentation ist bereits begonnen worden. Hierdurch sollen Verbesserungen der Arbeits- und Betriebsweise eingeleitet werden können.

Die neue Strahlenschutzverordnung vom 13. Oktober 1976 sieht weitere restriktive Schutzmaßnahmen vor. Diese werden dazu beitragen, die Strahlenexposition durch künstliche Strahlenquellen trotz vermehrter Anwendung so gering wie möglich zu halten. Somit kann gewährleistet werden, daß auch bei einer verstärkten Nutzung der Röntgenstrahlen, der radioaktiven Stoffe und der Kernenergie nach wie vor die zivilisatorische Strahlenexposition der Bevölkerung unterhalb der Werte bleibt, die durch die natürliche Strahlenexposition gegeben sind. Die mittlere Strahlenexposition der Bevölkerung durch kerntechnische Anlagen wird auch in den nächsten Jahrzehnten deutlich unter 1 Prozent der natürlichen Strahlenexposition bleiben.

Tabelle 1

Genetisch signifikante Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland 1975

(Stand Juli 1976)

Nr.	Strahlenexposition		
1	Natürliche Strahlenexposition		ca. 110 mrem/a
1.1	durch kosmische Strahlung in Meereshöhe	ca. 30 mrem/a	
1.2	durch terrestrische Strahlung von außen	ca. 50 mrem/a	
	bei Aufenthalt im Freien	ca. 43 mrem/a	
	bei dauerndem Aufenthalt in Häusern	ca. 57 mrem/a	
1.3	durch inkorporierte radioaktive Stoffe	ca. 30 mrem/a	
2	Künstliche Strahlenexposition		ca. 60 mrem/a
2.1	durch kerntechnische Anlagen	< 1 mrem/a *)	
2.2	durch Verwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlen in Forschung und Technik	< 2 mrem/a	
2.2.1	durch technische Strahlenquellen	< 1 mrem/a	
2.2.2	durch Industrieprodukte	< 1 mrem/a	
2.2.3	durch Störstrahler	< 1 mrem/a	
2.3	beruflich strahlenexponierte Personen (Beitrag zur mittleren Strahlenexposition des Menschen)	< 1 mrem/a	
2.4	durch Anwendung ionisierender Strahlen und radioaktiver Stoffe in der Medizin	ca. 50 mrem/a	
2.4.1	Röntgendiagnostik	ca. 50 mrem/a	
2.4.2	Strahlentherapie	< 1 mrem/a	
2.4.3	Nuklearmedizin	ca. 2 mrem/a	
2.5	Strahlenunfälle und besondere Vorkommnisse	0	
2.6	durch Fall-out von Kernwaffenversuchen	< 8 mrem/a	
2.6.1	von außen im Freien — unabgeschirmt	< 8 mrem/a	
2.6.2	durch inkorporierte radioaktive Stoffe	< 1 mrem/a	

*) Das Zeichen < bedeutet „kleiner als".

Tabelle 2

Keimdrüsendosis durch terrestrische Strahlenexposition von außen in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland (mrem/Jahr)

Land	Werte im Freien			Werte in Wohnungen *)		
	Mittel	Maximal	Minimal	Mittel	Maximal	Minimal
Baden-Württemberg	45	165	11	57	134	11
Bayern	50	291	14	61	243	14
Berlin	42	133	22	50	129	17
Bremen	30	45	20	38	65	18
Hamburg	40	86	22	40	77	21
Hessen	43	108	7	65	144	24
Niedersachsen	34	80	7	47	122	12
Nordrhein-Westfalen	42	118	4	55	154	14
Rheinland-Pfalz	49	90	22	74	180	23
Saarland	57	114	22	87	158	28
Schleswig-Holstein	37	57	13	43	124	19
gesamt	43	291	4	57	243	11

*) Wohnungsmittelwerte aus allen Räumen einer Wohnung

Tabelle 3

Übersicht über die Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

(Stand: 31. Dezember 1975)

Kernkraftwerk / Standort	Typ [1]	Jahr der Inbetriebnahme	Bruttoleistung (MW_e)	Bruttostromerzeugung 1975 (GWh) [2]
Versuchsatomkraftwerk Kahl	SWR	1961	16	76
Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe	D_2O-DWR	1965	58	370
Kernkraftwerk Gundremmingen	SWR	1966	250	1 900
Versuchskernkraftwerk AVR Jülich	HTR	1968	15	110
Kernkraftwerk Lingen	SWR	1968	252	1 650
Kernkraftwerk Obrigheim	DWR	1969	345	2 730
Kernkraftwerk Stade	DWR	1972	662	4 780
Kernkraftwerk Würgassen	SWR	1972	670	1 830
Kernreaktoranlage KNK-Karlsruhe	Na	1973	21	0
Kernkraftwerk Biblis A	DWR	1974	1 204	8 420

[1] SWR — Leichtwasser-Siedewasserreaktor
DWR — Leichtwasser-Druckwasserreaktor
D_2O-DWR — Schwerwasser-Druckwasserreaktor
HTR — gasgekühlter Hochtemperaturreaktor
Na — natriumgekühlter Reaktor

[2] Werte zum Teil gerundet

Tabelle 4

Jahresabgabe radioaktiver Stoffe aus Kernkraftwerken [1] [2] 1975 (Ci/a)

Kernkraftwerk	Abluft						Abwasser	
	Edelgase	Aerosole		Jod-131	C-14 [3]	Tritium	Spalt- und Aktivierungsprodukte (ohne Tritium)	Tritium
		lang-lebige	kurz-lebige					
Kahl	380	0,025	n. b.	0,005	0,1	ca. 2	0,006	7,9
Gundremmingen	7 400	9	0,008	0,25	2	ca. 100	1,0	125
Lingen	35 000	9	0,01	1,3	2	ca. 30	0,045	16
Obrigheim	8 000	0,003	0,026	0,012	1,5	27	1,8	170
Stade	1 300	n. b.	0,03	0,01	3	15	0,13	106
Würgassen	120	2	0,011	0,001	2	ca. 2	0,89	3,9
Biblis A	1 700	0,047	0,006	0,05	5	ca. 13	0,38	110

[1]) Die Jahresabgaben von MZFR, KNK und AVR sind in den Abgaberaten der Kernforschungszentren Karlsruhe und Jülich enthalten (Tabelle 5).
[2]) Werte zum Teil gerundet.
[3]) Vom Bundesgesundheitsamt geschätzte Werte mit der Annahme, daß bei Siedewasserreaktoren im Mittel 10 Ci pro $GW_e \cdot a$ und bei Druckwasserreaktoren 5 Ci pro $GW_e \cdot a$ abgegeben wurden (als CO_2).
n. b.: nicht berichtet

Tabelle 5

Jahresabgabe [1]) radioaktiver Stoffe aus Kernforschungszentren im Jahre 1975 (Ci/a)

Kernforschungszentrum	Abluft				Abwasser		
	Edelgase	Aerosole	Radiojod	Tritium	Spalt- und Aktivierungsprodukte (ohne Tritium)	Tritium	α-Strahler
Kernforschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufarbeitungsanlage	ca. 140 000	0,44 [2])	0,060 [3])	1 571	0,088	2 800	— [4])
davon Wiederaufarbeitungsanlage [7])	ca. 43 500	0,18 [5])	0,043	—*)	**)	**)	**)
Kernforschungsanlage Jülich	723	56	0,072 [6])	131	0,435	357	0,0044

*) keine Angabe
**) Abgabe erfolgt über das Kernforschungszentrum

[1]) Detailliertere Angaben sind in den Jahresberichten 1975 der Kernforschungszentren Jülich und Karlsruhe enthalten
[2]) davon maximal 0,004 Ciα-Strahler
[3]) davon J-129: 0,0427 Ci/a; J-131: 0,0028 Ci/a
[4]) unter Nachweisgrenze
[5]) davon maximal 0,003 Ciα-Strahler
[6]) davon J-131: 0,013 Ci/a
[7]) Schätzwert für C 14: 3 Ci/a

Tabelle 6

Jahresabgabe radioaktiver Stoffe (α-Aktivität) aus kernbrennstoffverarbeitenden Betrieben

Betrieb	Abluft	Abwasser
ALKEM GmbH (Hanau)	ca. 0,33 µCi	12 µCi
NUKEM GmbH (Hanau)	1,2 mCi	275 mCi
Reaktor-Brennelement Union GmbH		
Werk I (Hanau)	7 mCi	491 mCi
Werk II (Karlstein)	0,13 mCi	16 mCi

Tabelle 7

Strahlenexposition im Jahr 1975 in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft

Kernkraftwerk	Maximale [1]) Strahlenexposition (mrem/a) durch Ingestion				Mittlere Keimdrüsenexposition [5]) (mrem/a) der Bevölkerung über Gamma-Submersion im Umkreis von	
	Gamma-Submersion (Ganzkörperdosis)	Beta-Submersion (Hautdosis)	Jod-131 [2]) (Schilddrüse-Kleinkind)	C-14 [3]) (Ganzkörper-Kleinkind)	0 bis 3 km	0 bis 20 km
Kahl	0,2	0,1	1	0,01	0,003	<0,001
Gundremmingen	1	0,2	30 [4])	0,04	0,04	0,004
Lingen	5	0,5	80	0,01	0,2	0,02
Obrigheim	0,7	2	50	0,4	0,02	0,003
Stade	0,03	0,03	3	0,08	0,001	<0,001
Würgassen	0,06	0,03	0,8	0,2	0,002	<0,001
Biblis A	0,02	0,03	1	0,1	0,001	<0,001

[1]) berechnet für den ungünstigsten Aufpunkt

[2]) Annahme eines Milchverzehrs von 0,8 l pro Tag von einer Kuh, die während der Weidezeit dauernd am ungünstigsten Aufpunkt weidet, sowie Annahme, daß alles Jod in elementarer Form vorliegt.

[3]) berechnet unter Annahme, daß die Gesamtnahrung am ungünstigsten Aufpunkt erzeugt wird

[4]) Messungen des Bundesgesundheitsamtes in Milch aus der Umgebung des Kernkraftwerks Gundremmingen ergeben für den ungünstigsten Aufpunkt einen Wert von 2 mrem/a

[5]) bei Berücksichtigung von Abschirmfaktoren würden sich diese Werte noch verringern

Tabelle 8

Strahlenexposition im Jahr 1975 in der Umgebung von Kernkraftwerken durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser

Kernkraftwerk	Maximale Strahlenexposition des Ganzkörpers (mrem/a) für Einzelpersonen über				Mittlere Strahlenexposition (mrem/a) der Bevölkerung (Ganzkörper) Gesamt [2]
	Trinkwasser	Fisch	sonstige Lebensmittel [1]	Gesamt [2]	
Kahl	<0,01	0,05	<0,01	0,05	<0,01
Gundremmingen	0,04	0,6	0,1	0,8	0,07
Lingen	<0,01	0,05	0,01	0,06	<0,01
Obrigheim	0,03	1,2	0,1	1,4	0,06
Stade	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01
Würgassen	<0,01	0,04	0,01	0,06	<0,01
Biblis A	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

[1]) Milch, Fleisch und pflanzliche Produkte
[2]) einschließlich Baden, Bootfahren und Aufenthalt am Ufer

Tabelle 9

Strahlenexposition im Jahr 1975 in der Umgebung von Kernforschungszentren durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft [1]) [2])

Kernforschungszentrum	maximale Strahlenexposition (mrem/a) durch				Mittlere Keimdrüsenexposition [5]) (mrem/a) der Bevölkerung im Umkreis von	
	Gamma-Submersion (Ganzkörperdosis)	Beta-Submersion (Hautdosis)	Pu-239 Inhalation [2]) (Knochendosis)	Ingestion (Schilddrüse-Kleinkind)	0 bis 3 km	0 bis 20 km
Kernforschungszentrum Karlsruhe (einschließlich Wiederaufarbeitungsanlage)	10,9	5,3	0,7 [3])	57,1 [4])	<2	<0,2
Kernforschungsanlage Jülich	0,27	0,12		11,3	<0,04	<0,002

[1]) entnommen den Jahresberichten 1975 der Kernforschungszentren Jülich (ZST-Bericht 231) und Karlsruhe (KFK 2266 und KFK 2348)
[2]) maximale Strahlenexposition über Abwasser 1 mrem/a
[3]) über 50 Jahre integrierter Wert
[4]) hauptsächlich durch J-129 von der Wiederaufarbeitungsanlage (s. Tabelle 5)
[5]) bei Berücksichtigung von Abschirmfaktoren würden sich diese Werte noch verringern

Tabelle 10

Strahlenexposition im Jahr 1975 in der Umgebung der kernbrennstoffverarbeitenden Betriebe durch die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Abluft [1])

Betrieb	Maximale Strahlenexposition [2]) (mrem/a) durch Inhalation (Lunge-Kleinkind)
ALKEM GmbH (Hanau)	<0,01
NUKEM GmbH (Hanau)	3
Reaktor-Brennelement Union GmbH	
Werk I (Hanau)	2
Werk II (Karlstein)	0,4

[1]) Maximale Strahlenexposition über Abwasser für alle Anlagen <1 mrem/a
[2]) Berechnet für den ungünstigsten Aufpunkt

Tabelle 11

Beispiele für die Verwendung von Industrieprodukten in Forschung und Technik

Produkt	Beispiele	Hauptsächlich verwendete Radionuklide
I. Gebrauchsgegenstände		
Geräte, die Leuchtfarben enthalten	Skalen und Zeiger bei Uhren, Kompassen, Luftfahrzeug-Instrumenten	H-3, Pm-147
Elektronische Bauteile und elektrotechnische Geräte	Elektronenröhren; Überspannungsableiter	H-3, Co-60, Kr-85, Cs-137 Pm-147
Keramische Gegenstände, Glaswaren und Legierungen	Uranfarben für Kacheln und Porzellane; optische Linsen; Magnesium-Thorium-Legierungen	Natürliches oder abgereichertes Uran; natürliches Thorium
II. Bauartzugelassene Vorrichtungen		
Gas- und Aerosol-Detektoren	Rauch- und Feuermelder	Ra-226, Am-241
Antistatika	Diverse Vorrichtungen für Verhinderung von Aufladungen	Ra-226, Am-241
Vorrichtungen mit Tritiumgasleuchtröhren	Meßgeräte, Notbeleuchtungen	H-3
Technische und wissenschaftliche Geräte	Dicken- und Dichtemeßgeräte;	Co-60, Kr-85 Sr-90, Cs-137 Pm-147, Tl-204 Am-241
	Füllstandsmeßgeräte; Röntgenfluoreszenzanalysengeräte	Co-60, Cs-137 H-3, Pm-147 Cd-109, Fe-55 Pu-238
	Gaschromatographen	H-3, Ni-63
III. Sonstige Anwendungen		
Kontrolle des Hochofenbetriebes	Stahl	Co-60

Tabelle 12

Röntgenuntersuchungsarten nach Häufigkeit und Einfluß auf die genetisch signifikante Dosis (GSD) in der Bundesrepublik Deutschland und Berlin

Untersuchungsart	GSD in %	relative Häufigkeit (alle Untersuchungen = 100 %)	
	A	A	B
1. Unterer G. I.-Trakt	34,37	1,0	2,2
2. Hüfte, Oberschenkel	18,78	0,8	1,3
3. Ausscheidungsurographie	8,23	1,1	0,7
4. Lendenwirbelsäule	7,22	2,8	5,1
5. Becken	6,49	1,0	4,3
6. Abdomen bei Schwangeren	4,31	0,04	—
7. Magen, oberer G. I.-Trakt	3,40	5,3	8,3
8. Retrogr. Pyelographie	2,79	0,3	3,4
9. Abdomenübersicht	2,72	1,0	1,0
10. Beckenmessung bei Schwangeren	2,26	0,006	—
11. Lumbosacralgelenk	2,08	0,006	—
12. Hysterosalpingographie	1,11	0,3	0,02
13. Urethrocystographie	0,82	0,06	—
	94,58	13,4	26,3

A — Holthusen, Hamburg 1958
B — Mittelwerte aus Daten freier Praxen in München und Niederbayern und vier Krankenhäusern in Berlin
Die unter 1. bis 13. aufgeführten Röntgenuntersuchungsarten tragen zu ca. 90 % zur Keimdrüsenbelastung der Bevölkerung bei, obwohl ihr Anteil an *allen* durchgeführten Röntgenuntersuchungen nur ca. 25% beträgt.

Tabelle 13

Applikation einzelner Radionuklide in der Nuklearmedizin (Berlin 1975) und prozentualer Anteil an der genetisch signifikanten Dosis

Nuklid	Applikationen (absolute Anzahl)	Applikationen % der Gesamtapplikationen	Genetisch signifikante Dosis in %
J-131-Jodid-Diagnostik	18 284	*28,6*	*3,8*
J-131-Hippuran	11 126	*17,3*	*0,2*
J-131-HSA	56	*0,1*	*1,7*
J-131-MAA	652	*1,0*	*1,0*
J-131-Jodid-Therapie	262	*0,4*	*9,7*
Tc-99m-Pertechn.	12 526	*19,5*	*31,4*
Tc-99m-TSK, Phytat	3 938	*6,2*	*0,7*
Tc-99m-Poly-Pyrophosphat	3 628	*5,7*	*10,1*
Tc-99m-MAA	2 662	*4,2*	*0,2*
Tc-99m-FEA, FCK	502	*0,8*	*1,4*
Au-198	6 450	*10,1*	*7,7*
Se-75	438	*0,7*	*19,8*
Sr-85	518	*0,8*	*7,4*
Sonstige Radionuklide	3 032	*4,6*	*4,9*
Summe ...	64 074	*100,0*	*100,0*

